第43卷 第4期
2000年11月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol.43，No.4
Nov.，2000

文章编号：0454-6296（2000）04-0388-06

# 杭州地区猪尸体上昆虫群落的组成与演替的初步观察

马玉□[1]，胡 萃[1]，闵建雄[2]
（1.浙江大学，杭州 310029；2.公安部第二研究所，北京 100038）

**摘要**：对杭州地区猪尸体的腐败过程及尸体上昆虫群落的演替规律，进行了初步观察和研究。结果表明，室外地表上猪尸体的腐败过程可以划分为新鲜、肿胀、腐烂、干化和残骸5个连续的阶段；常见昆虫包括3目、19科、33种，其中双翅目的巨尾阿丽蝇、丝光绿蝇、南岭绿蝇、大头金蝇、肥须亚麻蝇等为优势种。尸体上昆虫群落的演替有明显的时间规律可循。许多昆虫类群的出现时间与尸体腐败阶段有明确的对应关系，这种对应关系可以为法医科学中推测死后间隔时间（postmortem interval，PMI）提供依据。

**关键词**：猪尸体；昆虫群落演替；法医昆虫学
**中图分类号**：Q968.2　　**文献标识码**：A

在自然界中，动物尸体的分解过程主要受到物理、化学和生物等因子的影响，其中生物因子起着主要的作用。以分解尸体为中心，各种生物种类之间形成了特定的群落关系，许多生物在尸体上有规律地出现，它们之间存在着食物链（网）关系。昆虫是尸体上生物群落的重要成员，其中双翅目、鞘翅目昆虫更是优势种类。这些尸食性昆虫不但参与尸体的分解，在自然界能量大循环中具有重要的作用，同时亦是牲畜和人体某些寄生虫病的病原和某些传染病的媒介。在人尸体上出现的昆虫，对于法医学中有关死亡时间、地点、方式等方面的推测具有重要的意义[1]。因此，有关尸体上昆虫群落演替规律的研究是法医昆虫学的重要内容之一。许多学者，如Megnin[2]、Motter[3]、Fuller[4]、Reed[5]、Payne[6~8]、Abell[9]、Simpson[10]、Tullis[11]等分别对猫、狗、羊、猪、鸟、乌龟等动物和人尸体上昆虫群落演替进行了程度不等的研究。这些结果表明，尸体上昆虫群落演替有其自身的特点。尽管尸体上昆虫群落的演替可因尸体种类、所处环境以及季节等差异而有一定程度的差别，但各类尸体上所出现的主要昆虫类群及其演替顺序则是基本一致的。从而，其它动物尤其是哺乳动物尸体往往成为法医昆虫学研究中人尸体的替代材料。有关杭州地区猪尸体上的昆虫群落及主要种类生物学特性已先文发表[12]，本文是猪尸体上昆虫群落演替规律研究的部分内容。

基金项目：国家自然科学基金（39870681）；公安部重点课题（978221001）
收稿日期：1998-03-16　修订日期：1999-04-05

# 1　材料与方法

## 1.1　试验场所

室外场所位于浙江大学华家池校区校园内，场地面积 7.5 m×9 m，属室外草地。

## 1.2　试验材料

试验观察用猪尸体由浙江大学畜牧场提供，重量范围在 1.0～10.0 kg，脏器等由市场购得，重量范围在 0.5～1.5 kg。

## 1.3　尸体处置及昆虫群落演替观察方法

将刚死亡后的猪尸体或新购得的脏器放置于室外草地上，为防止大型动物掠食，夜间罩以纱笼。每日 9：00 和 15：00 定时各观察一次，必要时早晨和晚上增加观察次数。观察时记录尸体上出现的昆虫种类、虫态、数量并采集所需标本。

# 2　结果与分析

## 2.1　室外地表猪尸体上昆虫种类

调查表明，常见昆虫包括 3 目 19 科 33 种，详见表 1。其中双翅目的巨尾阿丽蝇、丝光绿蝇、南岭绿蝇、大头金蝇、肥须亚麻蝇等为优势种类。鞘翅目中藻角隐翅虫、宽颈隐翅虫、阎虫、步甲等为捕食性种类；三角蠊蜣螂、巴氏蠊蜣螂、脊胸露尾甲、污露尾甲等为腐食性种类。

## 2.2　室外地表猪尸体的腐败阶段及其特征

根据尸体腐败变化状况可以将整个过程划分为 5 个连续的阶段，即：新鲜期、肿胀期、腐烂期、干化期和残骸期。各阶段特征如下：

第 1 阶段（新鲜期）：本阶段持续时间可因不同气温而有一定差异，一般 1～3 天。尸体外观上无明显变化。蝇类可在本期出现并产卵。

第 2 阶段（肿胀期）：本阶段最显著的特征是，尸体内部因一系列反应产生的气体充塞体腔造成尸体全面肿胀。尸体表面可见腐败的现象，口、鼻、肛孔等处开始出现血泡，腐败气味较浓。大量的蝇类昆虫、蚂蚁、甲虫聚集在尸体上，蝇卵已经开始孵化。

第 3 阶段（腐烂期）：尸体肿胀现象消失，腐败液体大量渗出，气味特别强烈，大量蛆虫取食造成骨骼外露。本期尸体因被大量蝇类幼虫所占据而成虫数量有所减少。

第 4 阶段（干化期）：本期大部分组织已腐烂、被食，仅剩下一些表皮、毛发、骨骼和脚蹄等，大部分双翅目昆虫已离开或开始离开尸体，主要昆虫种类为甲虫和蚂蚁等。

第 5 阶段（残骸期）：本期与干化期界线不明显，尸体的软组织已全部腐烂、被食而尽，仅存一些毛发和骨骼，没有特定的昆虫种类出现。

以上各腐败阶段可因尸体所处环境温湿度等情况，在时间长短方面有一定变化。

## 2.3　室外地表猪尸体上昆虫群落总体演替特征

经 1995 年和 1996 年多次试验观察结果表明，杭州地区室外地表猪尸体上，一般最早出现的成虫是双翅目的蝇类和膜翅目的蚂蚁，鞘翅目昆虫主要出现在腐败的中后期。各成虫类

表 1　室外地表猪尸体上主要昆虫种类

**Table 1　Insect fauna of pig carcases on outdoor ground**

| 科 Family | 种 Species | 出现虫态 Stage | 食性 Feeding habit |
|---|---|---|---|
| 蝇科 Muscidae | 斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster* | 成虫[①] | 腐食[③] |
| | 元厕蝇 *Fannia prisca* | 成虫 | 腐食 |
| | 厩腐蝇 *Muscina stabulans* | 成虫 | 腐食 |
| 花蝇科 Anthomyiidae | 横带花蝇 *Anthomyia illocata* | 成虫 | 腐食 |
| 丽蝇科 Calliphoridae | 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* | 成虫、幼虫[②] | 腐食 |
| | 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| | 南岭绿蝇 *Lucilia bazini* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| | 紫绿蝇 *Lucilia porphyrina* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| | 大头金蝇 *Chrysomya megacephala* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| 麻蝇科 Sarcophagidae | 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| 酪蝇科 Piophilidae | 酪蝇 *Piophila casei* | 成虫 | 腐食 |
| 蚤蝇科 Phoridae | 东亚异蚤蝇 *Megaselia spiracularis* | 成虫 | 腐食 |
| | 南方栅蚤蝇 *Diploneura peregrina* | 成虫 | 腐食 |
| 鼓翅蝇科 Sepsidae | （1 种，种名待定） | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| 水蝇科 Ephydridae | （1 种，种名待定） | 成虫 | 腐食 |
| 虻科 Tabanidae | 山崎虻 *Tabanus yamasakii* | 成虫 | 捕食[④] |
| 水虻科 Stratiomyidae | （1 种，种名待定） | 成虫、幼虫 | 幼虫腐食、成虫不详 |
| 步甲科 Carabidae | 缨懒步甲 *Bradycellus fimbriatus* | 成虫 | 捕食 |
| | 裂细步甲 *Clivina castanea* | 成虫 | 捕食 |
| | 棕尾疾步甲 *Tachyura fuscicauda* | 成虫 | 捕食 |
| | 绵颈步甲 *Dyschirius ovicollis* | 成虫 | 捕食 |
| 隐翅虫科 Staphylinidae | 藻角隐翅虫 *Aleochara fucicola* | 成虫 | 捕食 |
| | 宽颈隐翅虫 *Philonthus rectangulus* | 成虫 | 捕食 |
| 阎甲科 Histeridae | （1 种，种名待定） | 成虫 | 捕食 |
| 露尾甲科 Nitidulidae | 脊胸露尾甲 *Carpophilus dimidiatus* | 成虫 | 腐食 |
| | 污露尾甲 *Omosita discoidea* | 成虫 | 腐食 |
| 皮蠹科 Dermestidae | 白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* | 成虫、幼虫 | 腐食 |
| 郭公虫科 Cleridae | 赤颈郭公虫 *Necrobia ruficollis* | 成虫 | 腐食 |
| 葬甲科 Silphidae | （1 种，种名待定） | 成虫 | 腐食 |
| 金龟子科 Scarabaeidae | 三角蜣螂 *Onthophagus tricornis* | 成虫 | 腐食 |
| | 巴氏蜣螂 *Onthophagus balthasari* | 成虫 | 腐食 |
| 蚁科 Formicidae | 路舍蚁 *Tetramorium caespitum* | 成虫 | 腐食、捕食 |
| | 中国小黑家蚁 *Monomorium chinensis* | 成虫 | 腐食、捕食 |

注：① Adult；② Larva；③ Sarcosaprophagous；④ Predaceous

群具体出现情况如图 1 所示。尸体上出现的幼虫类群计 4 个，蝇类幼虫占主体，出现于腐败的早中期；皮蠹和水虻幼虫则出现于腐败的中后期。各类群出现情况如图 2 所示。

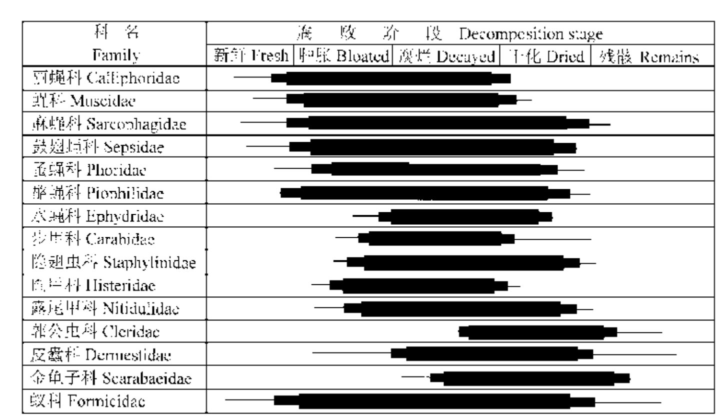



图 1　室外地表猪尸体上不同腐败阶段出现的成虫类群

Fig. 1　Insect succession (adult) on pig carcases in Hangzhou

科 名 Family
腐 败 阶 段 Decomposition stage
新鲜 Fresh　肿胀 Bloated　腐烂 Decayed　干化 Dried　残骸 Remains
丽蝇科 Calliphoridae
麻蝇科 Sarcophagidae
皮蠹科 Dermestidae
水虻科 Stratiomyidae

图 2　室外地表猪尸体上不同腐败阶段出现的幼虫类群

Fig. 2　Insect succession (larva) on pig carcases in Hangzhou

## 2.4　不同季节猪尸体上昆虫群落的演替

观察表明，不同季节猪尸体腐败时间的长短有较大差异。春、冬两季持续时间较长，夏、秋两季相应较短。各腐败阶段之间以残骸期最长，其次为腐烂期，最短为新鲜期，详见表 2。

观察亦表明，不同季节以及不同腐败阶段之间在昆虫种数上有明显差异。一般以夏季出现的种类最多，计 27 种；冬季最少，7 种；春秋两季相接近。各阶段之间以腐烂期出现的种数最多，占出现总数的百分比分别为：春季 59%，夏季 48%，秋季 29%，冬季 100%。出现昆虫种类最少的阶段，各季节间有一定差异，春季以新鲜期最少，出现种类数为 0；夏季亦以新鲜期最少，占总数的 22%；秋季以干化期最少，占总数的 14%；冬季以残骸期最少，出现种类数为 0。详见表 3。

**表 2　不同季节室外地表猪尸体各腐败阶段持续时间（天）**

**Table 2　Seasonal variations in the duration (in days) of decomposition stages of pig carcases on outdoor ground**　(1995～1996)

| 季节，月份 Season, Month | 腐败阶段 Decomposition stage Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ |
|---|---|---|---|---|---|
| 春季 Spring, 2～4 月 Feb.～Aprl. | 3.5 | 11.5 | 20.5 | 7.0 | >24.0 |
| 夏季 Summer, 5～7 月 May～Jul. | 1.2 | 1.2 | 2.3 | 1.3 | >10.5 |
| 秋季 Autumn, 8～10 月 Aug.～Oct. | 1.0 | 1.2 | 2.2 | 1.5 | >24.0 |
| 冬季 Winter, 11～1 月 Nov.～Jan. | 2.0 | 2.3 | 9.4 | 4.0 | >26.0 |

注：Ⅰ：新鲜期 Fresh；Ⅱ：肿胀期 Bloated；Ⅲ：腐烂期 Decayed；Ⅳ：干化期 Dried；Ⅴ：残骸期 Remains。表 3、表 4 同此 Same for Tables 3 and 4

**表 3　不同季节室外地表猪尸体上出现的昆虫种类数量**

**Table 3　Seasonal variations in the number of insect species appearing on pig carcases on outdoor ground**　(1995～1996)

| 季节，月份 Season, Month | 昆虫种类总数 Total number of insect species | 各腐败阶段出现的种数 Number of insect species Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 春季 Spring, 2～4 月 Feb.～Apr. | 22 | 0 | 7 | 13 | 6 | 5 |
| 夏季 Summer, 5～7 月 May.～Jul. | 27 | 6 | 11 | 13 | 7 | 7 |
| 秋季 Autumn, 8～10 月 Aug.～Oct. | 21 | 4 | 6 | 6 | 3 | 5 |
| 冬季 Winter, 11～1 月 Nov.～Jan. | 7 | 4 | 4 | 7 | 1 | 0 |

随着季节、月份的推移，室外地表猪尸体上的优势幼虫种类，出现有序的更替现象。一般说2～4月为巨尾阿丽蝇，5～6月为南岭绿蝇，7～9月为大头金蝇，10月为丝光绿蝇，11月为肥须亚麻蝇（表4）。

表4 不同放置时间室外地表猪尸体上优势幼虫种类

Table 4 Seasonal variations in dominant larva species appearing on pig carcases on outdoor ground （1995）

| 观察时间（月.日）<br>Period | 试验材料<br>Material | 优势幼虫种类<br>Dominant larva species | 出现时期<br>Stage |
|---|---|---|---|
| 2.3～4.15 | 乳猪① | 巨尾阿丽蝇 *A. grahami* | Ⅲ、Ⅳ |
| 3.8～5.8 | 乳猪 | 巨尾阿丽蝇 *A. grahami* | Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 4.29～5.31 | 心脏② | 南岭绿蝇 *L. bazini* | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 6.4～6.28 | 心脏 | 南岭绿蝇 *L. bazini* | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 7.10～7.29 | 心脏 | 大头金蝇 *C. megacephala* | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 7.31～8.31 | 心脏 | 大头金蝇 *C. megacephala* | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 9.4～10.2 | 心脏 | 大头金蝇 *C. megacephala* | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 10.3～10.25 | 心脏 | 丝光绿蝇 *L. sericata* | Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |
| 11.5～11.21 | 心脏 | 肥须亚麻蝇 *P. crassipalpis* | Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ |

①Baby pig; ②Heart

## 3 讨论

在以猪尸体为代表的动物尸体的腐败过程中，参与尸体分解的生物之间形成了一个完整的生态群落结构，许多种类的出现和演替有着较为明确的规律可循。不同生物种类的出现与尸体腐败的不同阶段是相互对应的，这种对应关系反应在时间上就可以大致推测尸体已经死亡的时间，从而为法医学中推测死后间隔时间（postmortem interval，PMI）提供昆虫学方面的根据。因此，有关尸体上昆虫群落演替规律的研究成了法医昆虫学的主要内容之一。需要指出的是，由于动物尸体种类的不同，以及观察者主观因素的影响，对于尸体腐败阶段的划分目前尚没有一个统一的标准。以猪尸体为例，Payne将其室外地表腐败过程划分为6个阶段，对其中第3和第4阶段，即腐烂和严重腐烂阶段，本文的观察认为无明显的特征可以区分，故合为一个腐烂阶段。

本文的观察表明，尸体上昆虫种类的出现，可因尸体所处季节、时间等方面的差异而有所不同。除了昆虫纲之外，尚有蛛形纲、甲壳纲、唇足纲等其它节肢动物也是尸体上生物群落的成员，只是因为种类鉴定等诸多困难一时尚难解决，故暂时未加考虑。文中讨论的只是尸体上最主要昆虫类群的演替规律。对比文献中有关其它动物尸体，包括人尸上出现的昆虫群落种类[3,5,9,11,13]，其中绝大部分主要类群与本文的观察结果是相一致的。也就是说，各种动物尸体上出现的主要昆虫类群是相同的。因而，可以认为以动物尸体为材料来研究尸体上昆虫群落演替规律，可作为推测人尸体上昆虫群落演替规律的理论根据，尽管其中可能会有一些不大的差异。

## 参 考 文 献 （References）

[1] 胡 萃，马玉堃. 法医昆虫学的历史、现状及今后展望. 昆虫知识，1995，32（3）：184～186

[2] Megnin J P. La Faune des Cadavres. Encyclopedie Scientifique des Aide-Memoire, Masson, Gauthier-Villars *et* Fils, Paris 1894, 214, 28 figs.

[3] Motter M G. A contribution to the study of the fauna of the grave: A study of one hundred and fifty disinterments with some additional experimental observations. J. N. Y. Entomol. Soc., 1898, 6: 201～231

[4] Fuller M E. The insect inhabitants of carrion, a study in animal ecology. Bulletin of the Council for Scientific and Industrial Reserarch, Melbourne. 1934, 82: 5～62

[5] Reed H B. A study of dog carcasses communities in Tennessee, with special reference to the insects. The American Midland Naturalist, 1958, 59: 213～245

[6] Payne J A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. Ecology, 1965, 46: 592～602

[7] Payne J A, King E W, Beinhart G. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. Nature, 1968, 219: 1 180～1 181

[8] Payne J A, King E W. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. Journal of the Georgia Entomological Society, 1972, 7 (3): 153～162

[9] Abell D H. Saprophagous arthropods fauna associated with turtle carrion. Appl. Entomol. Zool., 1982, 17 (3): 301～307

[10] Simpson K. Forensic medicine, 9th edn. Arnold, London, 1985

[11] Tullis K, Goff M L. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. Journal of Medical Entomology, 1987, 24: 332～339

[12] 马玉堃，胡　萃. 杭州地区尸食性昆虫种类与生物学特性的初步研究. 浙江农业大学学报，1997，23 (4)：375～380

[13] Goff M L. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. J. Forensic Science, 1991, 36 (3): 748～753

# A preliminary study on the constitution and succession of insect community on pig carcase in Hangzhou District

MA Yu-kun[1], HU Cui[1], MIN Jian-xiong[2]

(1. Zhejiang University, Hangzhou　310029, China; 2. Institute of Forensic Science, Beijing　100038, China)

**Abstract:** A preliminary study on the decomposition and insect community succession of pig carcase was carried out in Hangzhou District. The results showed that the decomposition of pig carcase put on outdoor ground could be distinguished into 5 continuous stages, i. e. fresh, bloated, decayed, dried and remains stages. Thirty-three common insect species of 19 families from 3 orders were found on the pig carcases. Among them, *Aldrichina grahami*, *Lucilia sericata*, *Lucilia bazini*, *Chrysomya megacephala*, and *Parasarcophaga crassipalpis* were the dominant ones. A distinct time-related succession of insect community was observed during the decomposing of pig carcase. There was a distinct correlation between the appearing time of many insect groups and the decomposition stage of pig carcase. This correlation might be used as a foundation for the estimation of postmortem interval in forensic medicine.

**Key words:** pig carcase; insect community succession; forensic entomology